

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-004580

(43)Date of publication of application : 06.01.2005

(51)Int.Cl.

G06F 3/00

(21)Application number : 2003-168811

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 13.06.2003

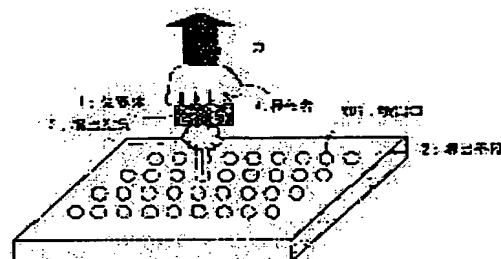
(72)Inventor : SUZUKI YURIKO
KOBAYASHI MINORU

(54) INNER FORCE EXHIBITION METHOD AND DEVICE USING SPOUT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inner force exhibition method and device, allowing increase of an inner force exhibition range, allowing improvement of expressive power such that a three-dimensional object, an object having an uneven face or the like can be exhibited by an inner force, allowing inner force exhibition to a plurality of operators or allowing a plurality of inner force exhibitions to one operator, and allowing interlocking with movement of an object in a virtual space.

SOLUTION: By spouting air 3 from a plurality of spouts 201 to display an image applied to an acceptor 1, the inner force is exhibited to an operator 4 touching the acceptor 1. At that time, by controlling the plurality of spouts 201 according to a position or a direction of the acceptor 1, the expressive power of the inner force exhibition is improved. By displaying an image of that state on an image display device, the inner force can be virtually exhibited.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

03.08.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

Best Available Copy

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-4580

(P2005-4580A)

(43) 公開日 平成17年1月6日(2005.1.6)

(51) Int.Cl.⁷

G06F 3/00

F1

G06F 3/00 680A

テーマコード(参考)

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2003-168811(P2003-168811)
 (22) 出願日 平成15年6月13日(2003.6.13)

(71) 出願人 000004226
 日本電信電話株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
 (74) 代理人 100083194
 弁理士 長尾 常明
 (72) 発明者 鈴木 由里子
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内
 (72) 発明者 小林 稔
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内

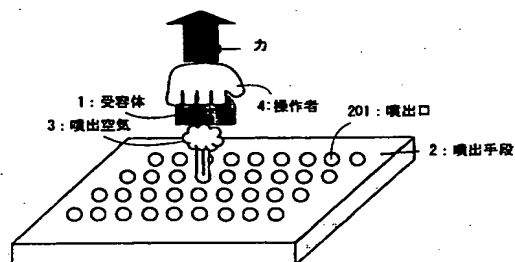
(54) 【発明の名称】 噴出を利用した力覚提示方法および装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 力覚提示範囲を広げ、立体的なオブジェクトや凹凸の面をもつ物体等を力覚提示できるよう表現力を高め、さらに1人の操作者に対して複数の力覚提示を行ったり複数の操作者に力覚提示を行ったり、仮想空間内のオブジェクトの動きに連動させたりすることができるようにした力覚提示方法および装置を提供することである。

【解決手段】 複数の噴出口201から空気3を噴出させて受容体1に当てる画像を表示することにより、その受容体1に触れている操作者4に力覚を提示する。このとき、受容体1の位置又は向きに応じて前記複数の噴出口201を制御することにより、力覚提示の表現力を高める。また、画像表示装置に上記の状態を画像表示することによって仮想的に力覚を提示することもできる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

気体又は液体を複数噴出させて受容体に当てることにより該受容体に力覚を提示する力覚提示方法であって、前記受容体の位置又は向きに応じて前記複数の噴出を制御することを特徴とする力覚提示方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の力覚提示方法において、前記受容体の位置又は向きに応じて仮想オブジェクトを仮想空間表示手段に表現することを特徴とする力覚提示方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の力覚提示方法において、前記仮想オブジェクト又は前記仮想空間内の別の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて前記噴出を制御することを特徴とする力覚提示方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の力覚提示方法において、前記受容体の向き又は位置に応じて、前記受容体の姿勢又は形状を変化させることを特徴とする力覚提示方法。

【請求項 5】

請求項 2 又は 3 に記載の力覚提示方法において、前記仮想オブジェクト又は前記別の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて、前記受容体の姿勢又は形状を変化させることを特徴とする力覚提示方法。

【請求項 6】

請求項 1 又は 4 に記載の力覚提示方法において、前記受容体の位置、向き、姿勢、形状の少なくとも 1 つに応じて、前記噴出の量、位置、方向の少なくとも 1 つを変化させることを特徴とする力覚提示方法。

【請求項 7】

請求項 2、3 又は 5 に記載の力覚提示方法において、前記仮想オブジェクト又は前記別の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて、前記噴出の量、位置、方向の少なくとも 1 つを変化させることを特徴とする力覚提示方法。

【請求項 8】

気体又は液体の噴出量が操作可能な 1 又は 2 以上の噴出口をもつ噴出手段と、前記噴出手段の噴出口から噴出される前記気体又は液体による圧力を受け力覚を提示する 1 又は 2 以上の受容体と、前記受容体の位置又は向きを計測する受容体計測手段と、計測された前受容体の位置又は向きに応じて、前記噴出手段の噴出口からの前記気体又は液体の噴出を制御する噴出制御手段と、を備えたことを特徴とする力覚提示装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の力覚提示装置において、仮想オブジェクトを仮想空間に表現する仮想空間表示手段を備え、前記受容体計測手段で計測された前記受容体の位置又は向きに応じて前記仮想オブジェクトを前記仮想空間に表現する仮想空間システムを具備することを特徴とする力覚提示装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の力覚提示装置において、前記噴出制御手段が、前記仮想オブジェクト又は前記仮想空間内の別の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて前記噴出手段の噴出口からの前記噴出を制御することを特徴とする力覚提示装置。

【請求項 11】

請求項 8 に記載の力覚提示装置において、

前記受容体の位置又は向きに応じて、前記受容体の姿勢又は形状を変化させる受容体制御部を備えたことを特徴とする力覚提示装置。

【請求項 12】

請求項 9 又は 10 に記載の力覚提示装置において、

前記仮想オブジェクト又は前記別の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて、前記受容体の姿勢又は形状を変化させる受容体制御部を備えたことを特徴とする力覚提示装置。

【請求項 13】

請求項 8 又は 11 に記載の力覚提示装置において、

前記噴出手段は、前記噴出口の位置又は方向を変えることで噴出位の置又は方向が操作可能であり、

前記噴出制御手段は、前記受容体計測手段により計測された前記受容体の位置、向き、姿勢、形状の少なくとも 1 つに応じて、前記噴出の量、位置、方向の少なくとも 1 つを制御することを特徴とする力覚提示装置。

【請求項 14】

請求項 9、10 又は 12 に記載の力覚提示装置において、

前噴出手段は、前記噴出口の位置又は方向を変えることで噴出の位置又は方向が操作可能であり、

前記噴出制御手段は、前記仮想オブジェクト又は前記別の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて、前記噴出の量、位置、方向の少なくとも 1 つを制御することを特徴とする力覚提示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、気体又は液体の噴出を利用して力覚を提示する力覚提示方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

仮想空間において力覚を提示する手法として、風圧を利用した装置がある（特許文献 1）。この力覚提示装置では、操作者の身体や把持物に用意された軽量で簡単な構造の風を受ける物体に風圧を与えることで、操作者に力覚を提示することができる。空気によって力を与えるため、操作者は、力覚を提示する装置の装着の必要や、力を伝えるための据付装置とつながったアームやワイヤー等を持つ又は取り付ける必要がないため、力を発生させる噴出装置と物理的に繋がらなくてよく動きを妨げられることがない。これによって、操作者は装置に物理的に拘束されることなく自由に手等の身体を動かすことができる。また、操作者に過度の力がかからず安全である。また、空気は透明であるため映像表示を邪魔しない。

【0003】

【特許文献 1】特開 2001-22499 号公報

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記した従来の風圧により力覚を提示する装置は、基本的な原理を実現するものであった。

【0004】

本発明の目的は、力覚提示範囲を広げ、立体的なオブジェクトや凹凸の面をもつ物体等を力覚提示できるよう表現力を高め、さらに 1 人の操作者に対して複数の力覚提示を行ったり複数の操作者に力覚提示を行ったり、仮想空間内のオブジェクトの動きに連動させたりすることができるようにした力覚提示方法および装置を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 にかかる発明は、気体又は液体を複数噴出させて受容体に当てることにより該受

10

20

30

40

50

容体に力覚を提示する力覚提示方法であって、前記受容体の位置又は向きに応じて前記複数の噴出を制御することを特徴とする力覚提示方法とした。

【0006】

請求項2にかかる発明は、請求項1に記載の力覚提示方法において、前記受容体の位置又は向きに応じて仮想オブジェクトを仮想空間表示手段に表現することを特徴とする力覚提示方法。

【0007】

請求項3にかかる発明は、請求項2に記載の力覚提示方法において、前記仮想オブジェクト又は前記仮想空間内の別の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて前記噴出を制御することを特徴とする力覚提示方法とした。

10

【0008】

請求項4にかかる発明は、請求項1に記載の力覚提示方法において、前記受容体の向き又は位置に応じて、前記受容体の姿勢又は形状を変化させることを特徴とする力覚提示方法とした。

【0009】

請求項5にかかる発明は、請求項2又は3に記載の力覚提示方法において、前記仮想オブジェクト又は前記別の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて、前記受容体の姿勢又は形状を変化させることを特徴とする力覚提示方法とした。

【0010】

請求項6にかかる発明は、請求項1又は4に記載の力覚提示方法において、前記受容体の位置、向き、姿勢、形状の少なくとも1つに応じて、前記噴出の量、位置、方向の少なくとも1つを変化させることを特徴とする力覚提示方法とした。

20

【0011】

請求項7にかかる発明は、請求項2、3又は5に記載の力覚提示方法において、前記仮想オブジェクト又は前記別の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて、前記噴出の量、位置、方向の少なくとも1つを変化させることを特徴とする力覚提示方法とした。

【0012】

請求項8にかかる発明は、気体又は液体の噴出量が操作可能な1又は2以上の噴出口をもつ噴出手段と、前記噴出手段の噴出口から噴出される前記気体又は液体による圧力を受け力覚を提示する1又は2以上の受容体と、前記受容体の位置又は向きを計測する受容体計測手段と、計測された前記受容体の位置又は向きに応じて、前記噴出手段の噴出口からの前記気体又は液体の噴出を制御する噴出制御手段と、を備えたことを特徴とする力覚提示装置とした。

30

【0013】

請求項9にかかる発明は、請求項8に記載の力覚提示装置において、仮想オブジェクトを仮想空間に表現する仮想空間表示手段を備え、前記受容体計測手段で計測された前記受容体の位置又は向きに応じて前記仮想オブジェクトを前記仮想空間に表現する仮想空間システムを具備することを特徴とする力覚提示装置とした。

【0014】

請求項10にかかる発明は、請求項9に記載の力覚提示装置において、前記噴出制御手段が、前記仮想オブジェクト又は前記仮想空間内の別の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて前記噴出手段の噴出口からの前記噴出を制御することを特徴とする力覚提示装置とした。

40

【0015】

請求項11にかかる発明は、請求項8に記載の力覚提示装置において、前記受容体の位置又は向きに応じて、前記受容体の姿勢又は形状を変化させる受容体制御部を備えたことを特徴とする力覚提示装置とした。

【0016】

請求項12にかかる発明は、請求項9又は10に記載の力覚提示装置において、前記仮想

50

オブジェクト又は前記別の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて、前記受容体の姿勢又は形状を変化させる受容体制御部を備えたことを特徴とする力覚提示装置とした。

【0017】

請求項13にかかる発明は、請求項8又は11に記載の力覚提示装置において、前記噴出手段は、前記噴出口の位置又は方向を変えることで噴出位置又は方向が操作可能であり、前記噴出制御手段は、前記受容体計測手段により計測された前記受容体の位置、向き、姿勢、形状の少なくとも1つに応じて、前記噴出の量、位置、方向の少なくとも1つを制御することを特徴とする力覚提示装置とした。

10

【0018】

請求項14にかかる発明は、請求項9、10又は12に記載の力覚提示装置において、前記噴出手段は、前記噴出口の位置又は方向を変えることで噴出位置又は方向が操作可能であり、前記噴出制御手段は、前記仮想オブジェクト又は前記別の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて、前記噴出の量、位置、方向の少なくとも1つを制御することを特徴とする力覚提示装置とした。

【0019】

【発明の実施の形態】

【第1の実施例】

図1は本発明の第1の実施例の力覚提示装置の構成図、図2は操作者4と受容体1と噴出手段2の説明図、図3は力覚提示の処理のフローチャートである。

20

【0020】

受容体1は、噴出手段2の噴出口201から噴出される空気3等の気体又は液体を受け止め力覚を提示する。操作者4は受容体1を把持又は身体に取り付けることで、又は既に操作者に備わっている衣服等を受容体1とすることで、力覚の提示を受ける。この受容体1は、噴出手段2の噴出口201から噴出される空気3等を受け止めるものから構成され、それを操作者4が把持又は取り付けることで、受けた噴出方向の力覚を提示する。

【0021】

また、受容体1がある長さの棒の先に取り付けられ、該棒の反対側を操作者4に把持させ又は取り付けた場合は、噴出により受けた力を増幅して、ないしは棒の把持又は取り付け位置を支点とした回転の力として、操作者4に力覚を提示する。この場合、棒をしなり易い素材又はしならない堅い素材等に変えることで、ユーザに与える感覚を変えることができる。

30

【0022】

その他、操作者4が把持又は取り付ける物体に複数の受容体1を取り付け、それぞれの受容体1への噴出を制御することで、操作者4への力のかかり方を変化させることができる。例えば、図4(a)～(d)に示すように、複数の受容体1が噴出空気を受け、その合力を操作者4への力として提示する場合である。操作者4に力を与える位置に対して、複数の受容体1を配置する距離又は角度等を変えて取り付け、それぞれの受容体1への噴出量を制御することで、提示する力を制御することができる。

40

【0023】

図4(a)は4個の受容体1の内の中央の受容体1が操作者4に力覚提示する場合、図4(b)は3個の受容体1を接続する中央部分が操作者4に力覚提示する場合、図4(c)は4個一列に並べた受容体1の全部に接する棒状体101を介して操作者4に力覚提示する場合、図4(d)は4個の受容体1の内の中央の受容体1に棒状体102の一端を押しつけその棒状体102の他端で操作者4に力覚提示する場合、を示している。

【0024】

受容体1の風を受ける受容面の形状は、単なる平面でも良いが、効率的に噴出による力を受け止めることができ且つ回転の力がかかりにくい凹形の面にすることが好ましい。

【0025】

受容体計測手段5は前記受容体1の位置、向きの一方又は両方を検出する。この受容体計

50

測手段 5 としては、磁気センサーや超音波や赤外線を利用した検出手段、マーキングによる映像解析を利用する検出手段等がある。

【0026】

噴出手段 2 は、空気 3 等の気体又は液体を噴出し、その噴出量が操作可能なように構成されている。以降では特に空気 3 を噴出する場合を例として説明する。噴出手段 2 を構成する具体的な空気噴出源としては、ファン、エアーポンプ、エアーコンプレッサー等がある。噴出手段 2 の構成としては、このような空気を発生させる 1 つの空気噴出源に対して、空気を噴出する 1 つの噴出口 201 が設けられている場合や、1 つの空気噴出源に対して、複数の噴出口 201 に枝分かれされたものがある。

【0027】

空気の噴出量の操作に関しては、噴出量そのものの制御や圧力制御の他に、噴出経路の絞りにより量を変化させる場合、噴出経路を開閉する弁によって噴出量を零にする場合等がある。又はそれらを組み合わせがある。

【0028】

図 5 は、噴出手段 2 の構成例を示す図であり、エアーコンプレッサーを利用した空気噴出源 202 からの空気を分岐装置 203 により枝分かれさせ複数の噴出口 201 に噴出させる場合である。枝分かれさせた途中に噴出経路を開閉するための複数の弁 204 が設けられ、各弁 204 の ON/OFF を操作することができる。この構造の場合、分岐装置 203 と複数の弁 204 とによって、空気噴出源 202 の数を増やさなくても容易に複数の噴出口 201 に対応することができる。このように 1 つの空気噴出源 202 から複数の噴出口 201 に枝分かれている場合の噴出量の操作としては、枝分かれする前に操作する場合と、枝分かれした後に個々の噴出口 201 に対して操作する場合とがある。

【0029】

その他の噴出量の操作に関しては、次の方法がある。一定の噴出量の噴出口 201 を複数用意し、同時に噴出する噴出口 201 の数を変化させることで、噴出する全体量を操作する場合がある。また、異なった噴出量の噴出口を数種類用意し、それらのある範囲内に複数取り付け、噴出時にはその数種類の噴出量による噴出を組み合わせることで、噴出する全体量を操作する場合がある。

【0030】

後者の異なった噴出量の噴出口を複数用意する方法としては、図 6 (a) に示すように、噴出圧力の異なる複数の空気噴出源 202A, 202B, 202C を用意し、それぞれを別々の噴出口 201 に接続して、異なる噴出量の噴出口 201 をある範囲内に織り交ぜて配置する方法がある。また、図 6 (b) に示すように、噴出圧力が同一の複数の空気噴出源 202 をそれぞれ異なった数に枝分かれさせてそれぞれを噴出口 201 に接続し、又は噴出口 201 までの管の長さ、太さ、噴出口 201 の口径を異ならせて、異なる噴出量の噴出口 201 をある範囲内に織り交ぜて配置する方法がある。

【0031】

噴出制御手段 6 は、受容体計測手段 5 により計測された受容体 1 の位置又は向きに応じて、1 つ以上の噴出口 201 の位置又は噴出方向に基づき、噴出口 201 の空気の噴出量を制御する。例えば図 2 に示すように、上向き方向の噴出口 201 を平面上に一定の間隔で配置している噴出手段 2 の場合では、受容体 1 は噴出口 201 が並ぶ平面の上を移動させ、噴出口 201 の面上に対する受容体 1 の位置に沿って受容体 1 直下やその周辺の噴出口 201 の噴出量を制御する。

【0032】

このように、本実施例の噴出制御手段 6 は、受容体 1 の位置又は向きに応じて噴出量を制御するものである。噴出口 201 が等間隔に並んでいる噴出手段 2 であっても、噴出口 201 の間隔より小さい解像度で力覚提示することができる。つまり、力覚提示の解像度は噴出口 201 の間隔ではなく、受容体 1 の位置計測の解像度となる。ただこのとき、受容体 1 がどの場所にいても噴出を受け取れる必要がある。例えば、受容体 1 を噴出口 201 の直上を大きく覆う大きさとする。1 つの噴出口 201 から噴出される空気を

受け取れる範囲が広がり、特定の噴出口 201 の直上だけでなく、該特定の噴出口 201 の周辺に受容体 1 が位置していても該特定の噴出口 201 による噴出を受け取らせることができる。

【0033】

噴出手段 2 の操作方法が図 5 のような形態（弁 204 の制御による）をとる場合、受容体 1 直下やその近くにある噴出口 201 から噴出するように、それに対応した噴出口 201 の弁を開くことで、噴出を制御できる。さらにそれは噴出面からの高さに応じて制御できる。受容体 1 が別の位置や高さに移動した時も、同様にその時の受容体 1 直下やその周辺の噴出手段 2 の噴出を制御できる。

【0034】

また同時に空気を噴出する噴出口 201 の数は、受容体 1 直下やその周辺の 1 つの噴出口 201 やさらに周辺の複数の噴出口 201 を合わせると 2 以上となる場合もある。受容体 1 で受け取ることでできない位置に対応する噴出口 201 は、空気を噴出していても受容体 1 では受け取られず操作者 4 には力覚提示されないため、噴出していても問題はない。そこで、簡単化のためは、噴出時にはすべての噴出口 201 から空気を噴出させてもよい。

【0035】

その他の噴出制御手段 6 の形態としては、受容体 1 の位置又は向きに応じて、1 つの噴出口 201 からの噴出量を操作することで変化させる場合や、噴出する噴出口 201 の数を変化させる場合が考えられる。後者については例えば噴出手段 2 が図 6 (a)、(b) に示したように異なった噴出量の噴出口 201 を複数用意している構成の場合では、受容体 1 直下の周囲に配置された複数の噴出口 201 のいくつかを組み合わせることで噴出量を制御する。図 2 に示したように上向き方向の噴出口 201 を平面上に一定の間隔で配置している形態をとる噴出手段 2 の場合は、噴出口 201 に対する受容体 1 の高さや受容体 1 の向きに応じて、1 つの噴出口 201 からの噴出により受容体 1 が受ける力が変化するため、その力が変化しないように制御する。

【0036】

なお、噴出口 201 が図 2 や図 6 以外の構成を取り、立体的に配置されている場合や、様々な方向に向けて噴出するように配置されている場合は、受容体計測手段 5 により計測された前記受容体 1 の位置又は向きに応じて、噴出口 201 の位置や噴出の向きに基づいて、その噴出を制御する。

【0037】

また、噴出を制御する際、現在の受容体 1 の位置又は向き情報から、次に位置する受容体の位置又は向きを先読みし、その先読みした受容体 1 の位置又は向きに応じて噴出を制御することで、噴出制御の遅れを補うこともできる。また、受容体 1 の位置する周辺の複数の噴出口 201 から同時に噴出させたり、先読みした次の噴出口 201 を同時に噴出させることで、受容体 1 が移動しても噴出口の切り替え時における提示力の変化を比較的小さくすることができる。この際、切り替え時等噴出の初めの力が大きい場合や、同時に複数の噴出を受ける場合のように、受ける力が変動することが考えられるので、受容体 1 が受け取る噴出口 201 からの噴出量を制御することが好ましい場合もある。

【0038】

また、複数の受容体 1 を組み込み複数の噴出口 201 を制御することで、1 人の操作者に対して複数の力覚提示を行うことや、複数操作者へ力覚提示を行うことが可能となる。

【0039】

また、本実施例は、それぞれの受容体 1 の位置に応じて、それぞれの噴出口 201 の噴出量の制御処理を独立に行うことができるので、容易に受容体 1 や噴出口 201 を増やすことができる。例えば、ある噴出口 201 の噴出可能なエリアが決まっており、そのエリアに噴出すべき受容体 1 があるかどうかを調べ、噴出する必要がある場合は噴出する方法がある。このような噴出の場合、それぞれの噴出口 201 の噴出可能エリアはその噴出口 201 上空の一定の高さまでとなり、そのエリアに噴出すべき受容体 1 があるか否かによって、

10

20

30

40

50

その噴出口201からの噴出を制御する。勿論、複数の噴出口201が集まったものを1つの噴出口としてエリアを設定することもできる。ただ、噴出すべき受容体1と同じエリアに噴出すべきでない受容体1が無いように、制御する必要がある。このような処理をする噴出口201を複数用意しても、それぞれの噴出は独立に処理することができるので、容易に噴出場所を増やすことができる。また、この噴出方法では、噴出口201は受容体1のそれぞれを見分ける必要がなく、どの受容体1であっても噴出すべきか否かを調べるだけでよいため、受容体1も容易に増やすことができる。勿論、前述のように各々の噴出口201を基準に処理を考えるのではなく、逆にそれぞれの受容体1を基準にそれぞれの受容体1がその位置に応じて噴出を受けるべきか、受ける場合はどのような噴出口201からなのかを計算して噴出を制御してもよい。

10

【0040】

このように、複数の受容体1を組み込み、複数の噴出口201を制御することで、1人の操作者に対して両手等への複数の力覚提示を行うことや、複数操作者への力覚提示が可能となる。また、複数の噴出口201もある範囲に連続的に広げて並べ、例えば図2に示す構成を広い範囲に広げる場合や、広い空間に離散的に配置することができる。このとき、本実施例では、受容体1は据え付け装置と線等でつながっていないという特徴をもつので、噴出により力覚を受けるユーザは受容体1を持ったまま広い範囲を動くことができ、動いても他の人とお互い絡まるようなことはない。

【0041】

〔第2の実施例〕

20

図7は本発明の第2の実施例の力覚提示装置の構成図、図8は力覚提示の処理のフローチャートである。仮想空間システム7は、仮想オブジェクトを仮想空間に表現する仮想空間表示装置を備え、受容体計測手段5により計測された前記受容体1の位置又は向きに応じて仮想オブジェクトを前記仮想空間に表現する。

【0042】

例えば、受容体計測手段5より計測された受容体1の位置情報、向き情報を使用して、仮想空間内のあるオブジェクトの位置、方向を変化させ、あるいはそのオブジェクトの形、大きさ、色等の状態を変化させて表現する。又は、その仮想オブジェクトの位置、方向、状態に応じて、それ以外の他のオブジェクトのそれらを変化させる。仮想空間表示装置としては、標準的大きさの又は等身大のディスプレイやHMD等に映し出すことや、プロジェクタによる投影が利用でき、単眼視や多眼視（立体視）するものも利用できる。

30

【0043】

〔第3の実施例〕

図9は本発明の第3の実施例の力覚提示装置の構成図、図10は力覚提示の処理のフローチャート、図11は仮想空間システムの説明図である。ここでは、仮想空間システム7を利用した仮想空間内の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて、噴出制御手段6により噴出口201の噴出量を制御する。例えば、仮想空間内のオブジェクトが接触した場合、その接触の方向又は強さにより噴出を制御する。また、視覚的接触タイミングに対する噴出のタイミングも制御することができる。

【0044】

40

次に、仮想空間内の仮想オブジェクトを接触感覚によって表現する方法を説明する。図11(a)、(b)は図2に示したように上向き方向の噴出口201を平面上に一定の間隔で配置している噴出手段2の場合において、仮想空間内の仮想オブジェクトとの接触感覚を表現する方法についてである。図11(a)は仮想空間内の様子、図11(b)は現実の様子である。

【0045】

図11(b)における現実の受容体1の位置又は向きに応じて、図11(a)の仮想オブジェクト8が連動する仮想空間システムにおいて、仮想オブジェクト8が仮想オブジェクト9に接触したとき、現実ではその位置の受容体1に対して噴出手段2により空気を噴出する(S-1)。これによってこの受容体1を把持している操作者4に力覚が伝えられ、オ

50

プロジェクト9との接触感覚として力覚を提示し、オブジェクト9の面がその位置に存在していることを力覚提示する。仮想オブジェクト8と9が接触している間、空気は噴出され、接触し続けていることを操作者に力覚提示する。受容体1が動き、仮想オブジェクト8が仮想オブジェクト9の面に沿って動きながら力覚が提示されることで、仮想オブジェクト9の面が、仮想オブジェクト8の動きに沿って存在していることを接触感覚によって力覚提示する。

【0046】

受容体1が移動する場合や、仮想空間内の仮想オブジェクト9が移動することにより、仮想空間内で仮想オブジェクト8と9が接触しなくなると、現実の受容体1に対する噴出が止まる(S-2)。これによって、仮想オブジェクト8と9が接触しなくなったことを接触感覚によって力覚提示し、現在仮想オブジェクト8が存在するところには仮想オブジェクト9は存在していないことを表現する。

【0047】

仮想オブジェクト9の一部が傾斜面であった場合の接触感覚による傾斜面の表現を説明する。(S-1)で仮想オブジェクト8と9が接触し、それによって空気の噴出による力を操作者4に力覚提示するが、さらに受容体1を水平に動かすと、仮想空間内では仮想オブジェクト8と9が接触しなくなる。これによって、空気の噴出を止める(S-3)。さらに仮想オブジェクト9に接触するために、受容体1を下げることで仮想空間内の仮想オブジェクト8の位置が下がり、再び仮想オブジェクト9と接触し噴出が始まる(S-4)。このように傾斜面に沿って受容体1を動かし空気を噴出することで、操作者にオブジェクト9の面が傾斜していることを力覚提示して表現する。

【0048】

〔第4の実施例〕

図12は本発明の第4の実施例の力覚提示装置の構成図、図13は力覚提示の処理のフローチャートである。受容体制御部10を設けて、受容体計測手段5で計測された受容体1の位置又は向きに応じて、又は仮想空間システムを用いた仮想空間内の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて、受容体1の姿勢や形状を変化させる。図2に示したように上向き方向の噴出口201を平面上に一定の間隔で複数配置している噴出手段2の場合において、受容体1の向きを下向きにした場合と傾けた場合とでは、噴出を受ける空気量が異なり力覚提示される力が異なる。そこで、受容体計測手段5の計測結果や仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて、受容体1の向きが常に下向きになるように制御する。例えば、機械的に制御したり、重りや磁石をつけて下向きに回転させたりする。

【0049】

また、受容体1の大きさや形状を変化させ、空気を受け止める量を制御してもよい。具体的には、図14に示すように受容体1の側面に回転し又は角度を変化できる複数の羽根103を設けて、その羽根103を回転させ、又はその角度を変化させることで、受容体1が噴出空気を受けや易くし又は逃がし易くすることにより、噴出空気を受ける量を制御することができる。また受容体1の噴出方向に対する向きを変えて、力覚提示する力の向きを制御することもできる。

【0050】

〔第5の実施例〕

図15は本発明の第5の実施例の力覚提示の処理のフローチャートである。噴出口201の位置又は噴出方向を変えることで空気の噴出位置や噴出方向が操作可能である。本実施例では、噴出制御手段6は受容体計測手段5により計測された受容体1の位置又は向きに応じて、又は仮想空間内の仮想オブジェクトの位置、方向、形、大きさ、色等の状態に応じて、又は受容体1の姿勢や形状に応じて、前記噴出手段2の噴出口201の噴出量、噴出位置又は噴出方向を制御する。

【0051】

噴出手段2の噴出口201の位置や噴出方向を変える方法として、例えば噴出口201自

10

20

30

40

50

体を移動させる場合や、図16(a)に示すように複数の噴出口201の1つ1つに回転可能なノズル205を個々に設けてそれぞれの向きを個々に制御する場合がある。また、図16(b)に示すように特定の範囲の複数の噴出口201に対応する開口が設けられたスライダ206を移動させることにより、特定の一群の噴出口201のみの噴出口を有効にさせることで噴出口201を実質的に移動させる方法がある。あるいは、噴出口201のいくつか又は全てをまとめて噴出方向を変更する方法がある。また、図16(c)に示すように筒状の噴出口201の先端に球や半球型のノズル207を設けこれを回転させてノズル口208の位置を変化させたり、又は図16(d)に示すようにノズル口208を複数有するノズル209を設けて噴出したい方向のノズル口208のみが開くようにして噴出方向を制御しても良い。

10

【0052】

【発明の効果】

以上から本発明によれば、気体や液体の噴出によって力覚を与えるため、操作者は、力を発生させる噴出装置と物理的に繋がる必要がなく、また装置の装着や力を伝えるアームやワイヤーによって動きを妨げられることがなく、つまり装置に物理的に拘束されることなく、自由に手等の身体を動かすことができる。またそのため操作者に過度の力がかからず安全である。また空気を使う場合、透明であるため映像表示を邪魔しない。

【0053】

また、複数の噴出口の噴出を制御することで力覚提示範囲を広げることが可能となるばかりか、受容体の位置、向き、姿勢、形状等に応じて噴出の量、位置、方向を制御することで、立体的なオブジェクトや凹凸の面をもつ物体等を力覚提示でき、表現力を高めることが可能となる。

20

【0054】

また、噴出口の複数化に伴い複数の受容体を用意することで、1つ以上の受容体の状態に応じて各噴出口の噴出を制御して、1人の操作者に対して複数の力覚提示を行うことや、複数操作者への力覚提示が可能となる。

【0055】

また、受容体の位置に応じて各噴出口の噴出を制御することにより、噴出口が等間隔に並んでいる噴出手段であっても、受容体が力覚提示範囲内の任意の位置で噴出を受け取れるように構成されていれば、噴出口の間隔より小さいものを力覚提示することができる。つまり、力覚提示の解像度は噴出口の間隔ではなく、受容体の位置計測の解像度に依存させることができる。

30

【0056】

また、空気に加え、他の気体や液体も噴出制御の対象となるので、表現力をさらに高めることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の力覚提示装置の構成図である。

【図2】第1の実施例の力覚提示装置の操作者と受容体と噴出手段の説明図である。

【図3】第1の実施例の力覚提示の処理のフローチャートである。

【図4】第1の実施例の力覚提示装置で提示する力覚を制御する機構の説明図である。

40

【図5】第1の実施例の力覚提示装置の複数の噴出口から空気を噴出させる機構の説明図である。

【図6】(a)、(b)は第1の実施例の力覚提示装置における噴出手段の説明図である。

【図7】本発明の第2の実施例の力覚提示装置の構成図である。

【図8】第2の実施例の力覚提示の処理のフローチャートである。

【図9】本発明の第3の実施例の力覚提示装置の構成図である。

【図10】第3の実施例の力覚提示の処理のフローチャートである。

【図11】第3の実施例の力覚提示装置における仮想空間システムの説明図である。

【図12】本発明の第4の実施例の力覚提示装置の構成図である。

50

【図13】第4の実施例の力覚提示の処理のフローチャートである

【図14】(a)、(b)は第4の実施例の力覚提示装置における受容体制御部により制御される受容体の説明図である。

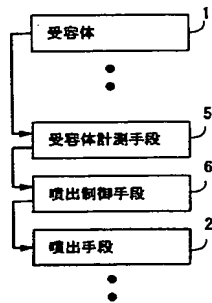
【図15】本発明の第5の実施例の力覚提示の処理のフローチャートである。

【図16】(a)～(d)は第5の実施例の力覚提示装置における噴出手段の位置や噴出方向を変化させる説明図である。

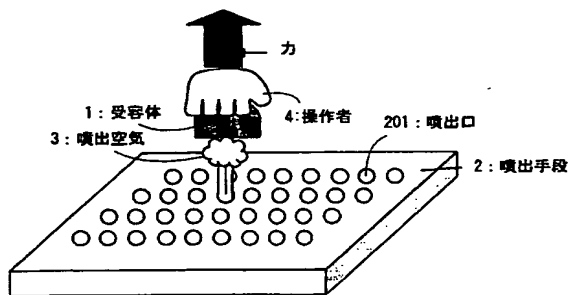
【符号の説明】

- 1：受容体、101、102：棒状体、103：羽根
 2：噴出手段、201：噴出口、202：空気噴出源、203：分岐装置、204：弁、
 205：ノズル、206：スライダ、207：ノズル、208：ノズル口、209：ノズル 10
 3：噴出空気
 4：操作者
 5：受容体計測手段
 6：噴出制御手段
 7：仮想空間システム
 8：仮想オブジェクト
 9：仮想オブジェクト
 10：受容体制御部

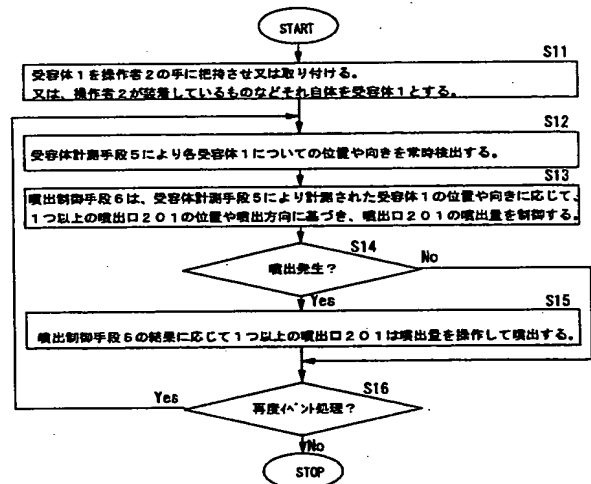
【図1】



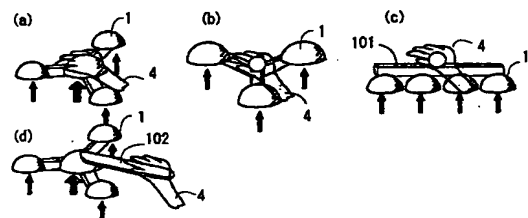
【図2】



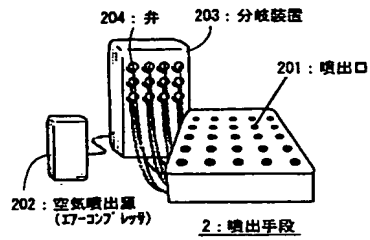
【図3】



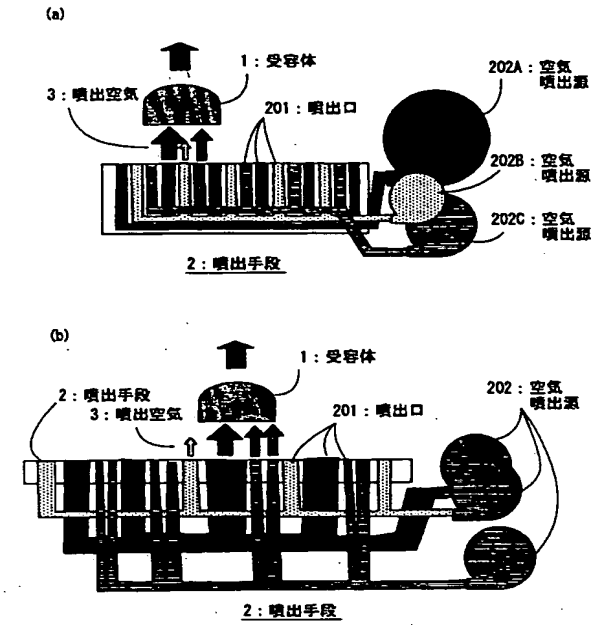
【図4】



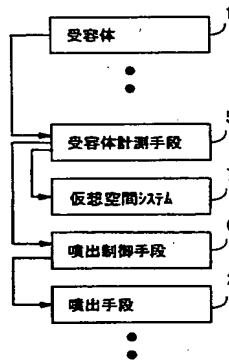
【図 5】



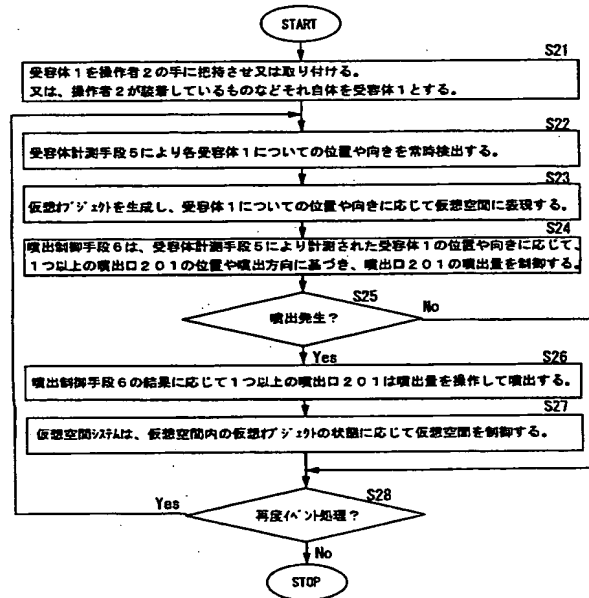
【図 6】



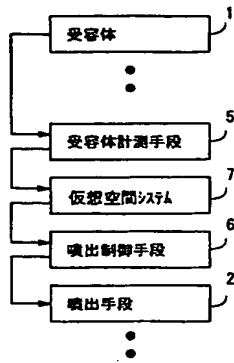
【図 7】



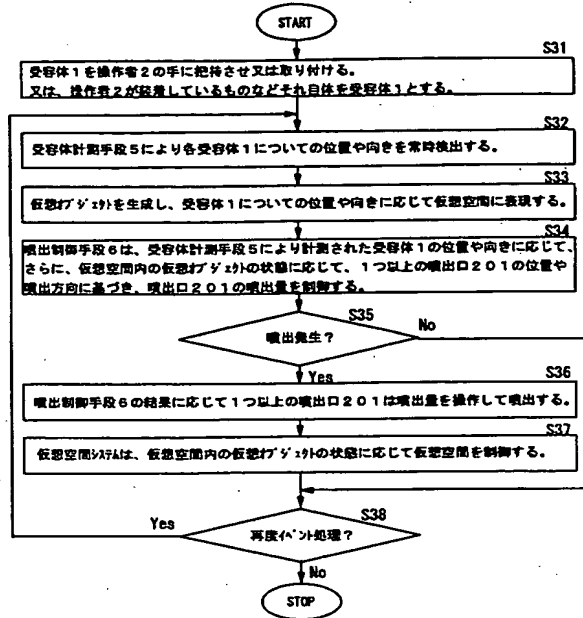
【図 8】



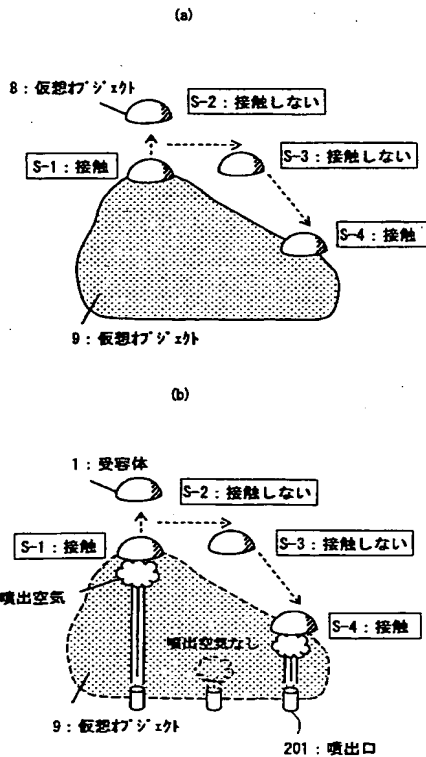
【図 9】



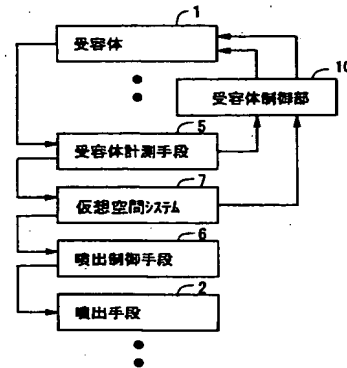
【図 10】



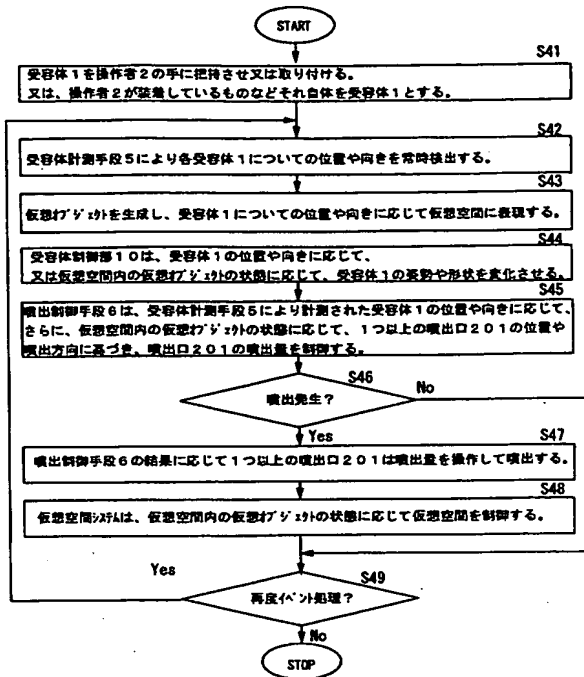
【図 11】



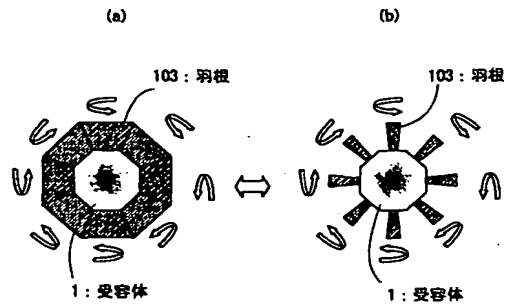
【図 12】



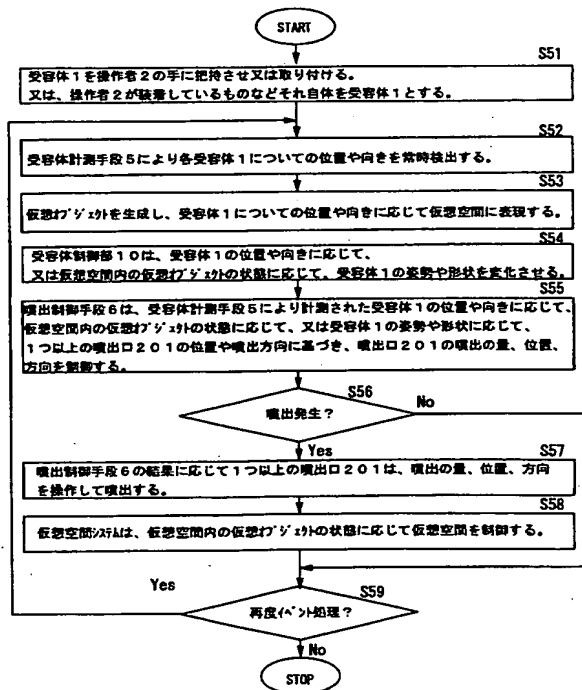
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【図 16】

